

1. Wyrazić a) prędkość cząstki relatywistycznej poprzez jej pęd, b) wartość pędu cząstki relatywistycznej poprzez jej energię.
2. Obliczyć promienie jąder ${}^8\text{Li}$, ${}^{27}\text{Al}$, ${}^{64}\text{Zn}$, ${}^{125}\text{Te}$, ${}^{216}\text{Po}$ i ${}^{238}\text{U}$.
3. Przyjmując, że materia jądrowa jest rozłożona równomiernie w całej objętości jądra ocenić gęstość materii jądrowej.
4. Energia kinetyczna nukleonu wewnątrz jądra jest oceniana na ok. 25 MeV. Obliczyć stosunek długości fali takiego nukleonu do promienia jądra o liczbie masowej $A = 64$.
5. W czasie bombardowania uranu ${}^{238}\text{U}$ neutronami otrzymuje się pierwiastek promieniotwórczy ${}_{93}\text{Np}$. Stała rozpadu dla neptunu jest równa $9,8 \cdot 10^{-15} \text{s}^{-1}$. Obliczyć czas połowicznego zaniku dla neptunu.
6. Czas połowicznego zaniku radonu ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ jest równy 3,8 dnia. O ile zmniejszy się aktywność preparatu w ciągu 1 minuty oraz po upływie 2 dni ?
7. Obliczyć grubość warstwy ołowiu, która zmniejszy 10^{10} razy natężenie promieniowania γ o energii kwantu równej 2 MeV. Współczynnik pochłaniania promieniowania γ o danej energii kwantu jest dla ołowiu równy $0,5 \text{ cm}^{-1}$.
8. Obliczyć defekt masy i energię wiązania izobar ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ oraz ${}_{9}^{20}\text{F}$, a także wyznaczyć energię wiązania przypadającą na jeden nukleon. Masy obojętnych atomów neonu i fluoru są odpowiednio równe 19,992 j.m.a i 20,000 j.m.a.
9. Ile wynosi energia wiązania nukleonu w jądrze ${}^{120}\text{Sn}$?
10. Próbkę chlorku potasu KCl o masie 2,71 g wykazuje promieniotwórczość, a jej zmierzona aktywność jest stała i równa 4490 Bq. Obserwowaną promieniotwórczość przypisuje się potasowi, a konkretnie izotopowi ${}^{40}\text{K}$, którego zawartość w naturalnym potasie wynosi 1,17%. Oblicz czas połowicznego zaniku tego nuklidu.
11. Mamy do dyspozycji następujące wartości mas atomowych: ${}^{238}\text{U} - 238,05079\text{u}$, ${}^{234}\text{Th} - 234,04363\text{u}$, ${}^{237}\text{Pa} - 237,05121\text{u}$, ${}^4\text{He} - 4,00260\text{u}$, ${}^1\text{H} - 1,00783$. Pa jest symbolem pierwiastka o nazwie protaktyn ($Z = 91$). A) Obliczyć energię wyzwalaną w wyniku rozpadu α jądra ${}^{238}\text{U}$.
12. Oblicz energię Q rozpadu β jądra ${}^{32}\text{S}$ opisanego równaniem ${}^{20}\text{P} \rightarrow {}^{32}\text{S} + e^- + \nu$ ($T_{1/2} = 14,3\text{d}$) Potrzebne wartości mas atomowych to 31,97391u dla ${}^{32}\text{P}$ oraz 31,97207 dla ${}^{32}\text{S}$.
13. Pomiary zawartości atomów potasu i argonu w próbce skały księżycowej wykonane metodą spektrometrii mas wykazały, że stosunek liczby (trwałych) atomów ${}^{40}\text{Ar}$ do liczby (promieniotwórczych) atomów ${}^{40}\text{K}$ wynosi 10,3. Załóżmy, że wszystkie atomy argonu powstały na drodze rozpadu promieniotwórczego atomów potasu z czasem połowicznego zaniku $1,2510^9$ lat. Jaki jest wiek skały ?
14. Dawka pochłonięta promieniowania γ o wielkości 3 Gy jest śmiertelna dla połowy ludzi, którzy zostali poddani jej działaniu. O ile wzrosłaby temperatura ciała po pochłonięciu w postaci ciepła energii równoważnej tej dawce ?

Energia jądrowa

15. Oblicz energię rozpadu Q dla reakcji ${}^{235}\text{U} + n \rightarrow {}^{236}\text{U} \rightarrow {}^{140}\text{Xe} + {}^{94}\text{Sr} + 2n$, uwzględniając rozpady półproduktów opisane równaniami: ${}^{140}\text{Xe} \rightarrow {}^{140}\text{Cs} \rightarrow {}^{140}\text{Ba} \rightarrow {}^{140}\text{La} \rightarrow {}^{140}\text{Ce}$ (odpowiednie $T_{1/2} / Z$: 14s/54, 64s/55, 13d/56, 40h/57, trwałe/58) i ${}^{94}\text{Sr} \rightarrow {}^{94}\text{Y} \rightarrow {}^{94}\text{Zr}$ (75s/38, 19min/39, trwałe/40). Niektóre potrzebne do obliczeń masy atomowe: ${}^{235}\text{U} - 235,0439\text{u}$, ${}^{140}\text{Ce} - 139,9054\text{u}$, $n - 1,00867\text{u}$, ${}^{94}\text{Zr} - 93,9063$.
16. Stosunek częstości występowania izotopów ${}^{235}\text{U}$ i ${}^{238}\text{U}$ w naturalnym uranie ma obecnie wartość 0,0072. Ile wynosił ten stosunek $2 \cdot 10^9$ lat temu ? Czasy połowicznego zaniku obydwu izotopów są odpowiednio równe $7,04 \cdot 10^8$ lat i $44,7 \cdot 10^8$ lat.